



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114707025 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 05

(21) 申请号 202210412083.X

(22) 申请日 2022.04.19

(71) 申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路30号

(72) 发明人 王晓慧 税波

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理

有限公司 11401

专利代理师 岳野

(51) Int. Cl.

G06F 16/901 (2019.01)

G06F 16/904 (2019.01)

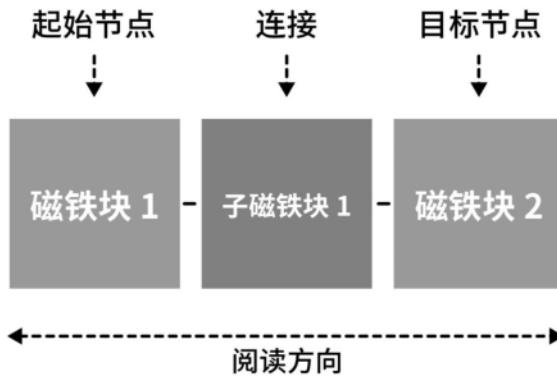
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于磁场模型的图网络交互可视化方法及装置

(57) 摘要

本发明提供一种基于磁场模型的图网络交互可视化方法及装置,涉及信息可视化及人机交互技术领域,能够从图表美学的评估指标出发,为复杂网络中的连接数据提供了更有助于查看和定位连接信息的可视化和人机交互方法,促进阅读的连续性和规律性,并有助于在图表中进行连接路径查找和路径数量计算;该方法将信息网络中每一个节点均类比为一个大小的磁铁块,所述节点包括起始节点、目标节点以及两者之间各条路径所经过的各中间节点;所述起始节点和所述目标节点设于两端,所述中间节点按各自在连接路径中的位置和关系有序堆列在所述起始节点和所述目标节点之间,形成磁场模型的连接磁场;每一条连接路径构成磁场模型的一条场线。



1. 一种基于磁场模型的图网络交互可视化方法,其特征在于,所述方法将信息网络中每一个节点均类比为一个大小的可变的磁铁块,所述节点包括起始节点、目标节点以及两者之间各条连接路径所经过的各中间节点;

所述起始节点和所述目标节点设于两端,所述中间节点按各自在连接路径中的位置和关系有序堆列在所述起始节点和所述目标节点之间,形成磁场模型的连接磁场;每一条连接路径构成磁场模型的一条场线。

2. 根据权利要求1所述的基于磁场模型的图网络交互可视化方法,其特征在于,所述磁铁块的形状为矩形、“L”形或“T”形,“L”形和“T”形的朝向根据对应节点在连接路径中的使用情况进行调整。

3. 根据权利要求1所述的基于磁场模型的图网络交互可视化方法,其特征在于,所述方法的步骤包括:

S1、获得路径和节点数:遍历起始节点和目标节点之间的所有中间节点和边,得到起始节点到目标节点的所有连接路径和每条连接路径上的节点数;

S2、展开路径并排序:深度遍历各连接路径获得各连接路径上的节点数据,每一条连接路径为一层,具有共同中间节点的两层或多层相邻设置;

S3、磁铁块绘制:根据各连接路径的节点数以及显示区域特点,计算每条连接路径上各磁铁块的形状参数,然后再将不同路径间共同节点的磁铁块进行合并,最后绘制出各磁铁块的形状;该步骤的共同节点包括共同中间节点以及初始节点和目标节点;

S4、图表色彩映射:计算出网络中各节点的度中心性,根据度中心性对各磁铁块进行色彩映射。

4. 根据权利要求3所述的基于磁场模型的图网络交互可视化方法,其特征在于,步骤S2中不存在共同节点的连接路径进行层排序的原则是:按节点数递增顺序排列。

5. 根据权利要求3所述的基于磁场模型的图网络交互可视化方法,其特征在于,步骤S3中的形状参数具体包括:所有中间节点磁铁块的纵向长度均相等,同一连接路径中所有中间节点磁铁块的横向长度相等;所述初始节点和所述目标节点磁铁块的形状为矩形,且上边与最上层连接路径的上边平齐,下边与最下层连接路径的下边平齐。

6. 根据权利要求5所述的基于磁场模型的图网络交互可视化方法,其特征在于,相邻两路径中共同中间节点的磁铁块合并的原则为:两磁铁块横向长度均不变,横向长度较小的磁铁块的两纵向边向横向长度较大的磁铁块延伸直至相连。

7. 根据权利要求3所述的基于磁场模型的图网络交互可视化方法,其特征在于,步骤S4中度中心性的计算方式为: $de_{gc,ij} = de_{gin,ij} + de_{gout,ij}$;其中, $de_{gin,ij}$ 为节点 v_{ij} 的入度, $de_{gout,kj}$ 为节点 v_{ij} 的出度。

8. 根据权利要求3所述的基于磁场模型的图网络交互可视化方法,其特征在于,步骤S4中对各磁铁块进行色彩映射具体为:利用HSB色彩模型对图标色彩进行映射,所有磁铁块的色调值和亮度值均相同,色彩饱和度根据其度中心性确定,度中心性越大,色彩饱和度越高。

9. 根据权利要求3所述的基于磁场模型的图网络交互可视化方法,其特征在于,所述方法还包括:

S5、图表交互:拖动初始节点磁铁块移向不同目标节点磁铁块,满足预设距离后调动步

骤S1中的路径结果,给出该初始节点和该目标节点之间是否存在连接的提示;若存在连接,则调用步骤S3中绘制的磁铁块以及步骤S4中映射的色彩进行显示。

10.一种基于磁场模型的图网络交互可视化装置,所述装置包括存储有计算机程序的存储设备、用于运行计算机程序的处理设备、用于显示处理结果的显示设备以及用于实现人机交互的交互设备;所述存储设备、所述显示设备和所述交互设备均与所述处理设备连接;其特征在于,所述处理设备运行计算机程序时能够实现如权利要求1-9任一所述基于磁场模型的图网络交互可视化方法的内容。

一种基于磁场模型的图网络交互可视化方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及信息可视化及人机交互技术领域,尤其涉及一种基于磁场模型的图网络交互可视化方法及装置。

背景技术

[0002] 在计算机中,许多数据都是以结构化的形式存储的,并可以用节点网络的形式可视化。为了从这些数据中获取信息,通常需要执行诸如定位特定节点、对节点之间的连接进行排序、寻找节点之间的可能路径等任务。

[0003] 根据数据内容和可视化呈现的特点,网络中连接信息的可视化方法通常为节点线图(Node-linking Diagram)和邻接矩阵图(Adjacency Matrix)两大类。例如,节点线图中力导向图(Force-directed Graph)基于弹簧模型显示基于数据结构本身的网络;桑基流程图(Sankey Flow Diagram)直观地显示流量数据;弧形图(Arc Diagram)有效地显示网络中的派系和桥梁。此外,邻接矩阵图将数据与矩阵属性映射,使用颜色或饱和度以方便模式感知;树状图(Treemap)以较高的空间效率呈现层级结构和语义信息。

[0004] 节点线图便于展示路径,但在路径数量增多时存在表现出大量不均匀分布的节点“毛球效应”的问题,邻接矩阵图便于展示信息间的对应关系,但其展示效果在很大程度上依赖于其行和列的数量以及顺序。在展示现代网络中数量庞大的连接信息时,这两类方法均无法显示数据细节信息,并不能给予用户进一步挖掘信息的能力,表现出较差的可理解性、可用性和美观性。

[0005] 因此,有必要针对复杂网络中的连接信息研究一种基于磁场模型的图网络交互可视化方法及装置来应对现有技术的不足,以解决或减轻上述一个或多个问题。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明提供了一种基于磁场模型的图网络交互可视化方法及装置,能够从图表美学的评估指标出发,为复杂网络中的连接数据提供了更有助于查看和定位连接信息的可视化和人机交互方法,促进阅读的连续性和规律性,并有助于在图表中进行连接路径查找和路径数量计算。

[0007] 一方面,本发明提供一种基于磁场模型的图网络交互可视化方法,所述方法将信息网络中每一个节点均类比为一个大小的磁铁块,所述节点包括起始节点、目标节点以及两者之间各条连接路径所经过的各中间节点;

[0008] 所述起始节点和所述目标节点设于两端,所述中间节点按各自在连接路径中的位置和关系有序堆列在所述起始节点和所述目标节点之间,形成磁场模型的连接磁场;每一条连接路径构成磁场模型的一条场线。

[0009] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述磁铁块的形状为矩形、“L”形或“T”形,“L”形和“T”形的朝向根据对应节点在连接路径中的使用情况进行调整。

[0010] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述方法的步骤包括:

[0011] S1、获得路径和节点数:遍历起始节点和目标节点之间的所有中间节点和边,得到起始节点到目标节点的所有连接路径和每条连接路径上的节点数;

[0012] S2、展开路径并排序:深度遍历各连接路径获得各连接路径上的节点数据,每一条连接路径为一层,具有共同中间节点的两层或多层相邻设置;

[0013] S3、磁铁块绘制:根据各连接路径的节点数以及显示区域特点,计算每条连接路径上各磁铁块的形状参数,然后再将不同路径间共同节点的磁铁块进行合并,最后绘制出各磁铁块的形状;该步骤的共同节点包括共同中间节点以及初始节点和目标节点;

[0014] S4、图表色彩映射:计算出网络中各节点的度中心性,根据度中心性对各磁铁块进行色彩映射。

[0015] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,步骤S2中不存在共同节点的连接路径进行层排序的原则是:按节点数递增顺序排列。

[0016] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,步骤S3中的形状参数具体包括:所有中间节点磁铁块的纵向长度均相等,同一连接路径中所有中间节点磁铁块的横向长度相等;所述初始节点和所述目标节点磁铁块的形状为矩形,且上边与最上层连接路径的上边平齐,下边与最下层连接路径的下边平齐。

[0017] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,相邻两路径中共同中间节点的磁铁块合并的原则为:两磁铁块横向长度均不变,横向长度较小的磁铁块的两纵向边向横向长度较大的磁铁块延伸直至相连。

[0018] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,步骤S4中度中心性的计算方式为: $\text{deg}_{c,ij} = \text{deg}_{in,ij} + \text{deg}_{out,ij}$;其中, $\text{deg}_{in,ij}$ 为节点 v_{ij} 的入度, $\text{deg}_{out,kj}$ 为节点 v_{ij} 的出度。

[0019] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,步骤S4中对各磁铁块进行色彩映射具体为:利用HSB色彩模型对图标色彩进行映射,所有磁铁块的色调值和亮度值均相同,色彩饱和度根据其度中心性确定,度中心性越大,色彩饱和度越高。

[0020] 如上所述的方面和任一可能的实现方式,进一步提供一种实现方式,所述方法还包括:

[0021] S5、图表交互:拖动初始节点磁铁块移向不同目标节点磁铁块,满足预设距离后调动步骤S1中的路径结果,给出该初始节点和该目标节点之间是否存在连接的提示;若存在连接,则调用步骤S3中绘制的磁铁块以及步骤S4中映射的色彩进行显示。

[0022] 另一方面,本发明提供一种基于磁场模型的图网络交互可视化装置,所述装置包括存储有计算机程序的存储设备、用于运行计算机程序的处理设备、用于显示处理结果的显示设备以及用于实现人机交互的交互设备;所述存储设备、所述显示设备和所述交互设备均与所述处理设备连接;所述处理设备运行计算机程序时能够实现如上任一所述方法的内容。

[0023] 与现有技术相比,上述技术方案中的一个技术方案具有如下优点或有益效果:本发明的方法从图表美学的评估指标出发,为复杂网络中的连接数据提供了更有助于查看和定位连接信息的可视化和人机交互方法;

[0024] 上述技术方案中的另一个技术方案具有如下优点或有益效果：本发明将网络连接中的信息节点形成由若干横线和若干竖线构成的几何多边形磁铁块，使多边形的边与网格对齐，避免交叉，促进阅读的连续性和规律性，有助于对图表中节点进行定位和数量读取；

[0025] 上述技术方案中的另一个技术方案具有如下优点或有益效果：本发明定义的读取方向呈现垂直扫描路径，由于路径连续性是感知最短路径的重要因素，图表的一维阅读方向提高可读性和图形美观性，并有助于在图表中进行连接路径查找和路径数量计算。

[0026] 当然，实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0028] 图1是本发明一个实施例提供的信息节点及其连接路径与磁铁块及其磁场的映射示意图；

[0029] 图2是本发明一个实施例提供的图表的可视化视觉通道示意图；

[0030] 图3是本发明一个实施例提供的图表的交互方法示意图；其中，(a)为磁铁块间连接的建立过程示意图，(b)为局部具体连接细节的展开图；

[0031] 图4是本发明一个实施例提供的维基百科中“自动化”词条与“工业设计”词条网页间的引用链接关系示意图。

具体实施方式

[0032] 为了更好的理解本发明的技术方案，下面结合附图对本发明实施例进行详细描述。

[0033] 应当明确，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

[0034] 本发明针对复杂网络中的连接信息，提出一种基于磁场模型的网络节点信息可视化及交互方法，将图的节点和边与网格对齐，以避免边交叉，促进阅读的连续性和规律性，在某些数据结构中可显示对称性，并提供了一种探索网络节点连接信息的人机交互方法。

[0035] 本发明将每一个网络信息节点类比为数个大小可变的磁铁块(具体为矩形)，各个磁铁块由节点间的连接关系拼接在一起，源节点和目标节点之间的整体连接是两个磁铁之间的磁场，两个节点之间的具体连接是磁场中的场线，并可以通过拖拽磁铁块以查看细节。在视觉通道上，对于节点的类别属性，具有直接连接信息的磁铁块代表的各个节点就像现实世界中的磁铁块可以有序地堆叠定位在一起。当一个节点在多个连接路径中为共享节点时，磁体的形状可以变形为直角多边形(该直角多边形具体指朝上或朝下的“L”形或“T”形)，以降低视觉复杂性；对于节点的序列属性，每个信息节点的度数映射到磁铁块的颜色饱和度上，节点度数越高，颜色饱和度越高。图1是信息节点和连接与磁铁块和磁场的映射示意图。每个网络信息节点都是图中的一个可调整大小的磁铁，源节点和目标节点之间的整体连接是两个磁铁之间的磁场，两个节点之间的具体连接是磁场中的场线。该图表的阅

读方向为水平一维方向。如果数据之间的连接是双向的,那么也可以双向读取。

[0036] 本发明的输入是图网络中的连接信息的数据集,其包括图网络中各个节点以及各条边所连接的始末节点。对含有连接信息的数据集进行分析,通过分层、排序、合并等方法对网络节点布局进行优化,进而输出整个数据集的可视化图表。设 G 为输入的一个网络,用节点和边表示为 $G(V,E)$,其中 V 为 n 个节点的集合 $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$, E 为 m 条边的集合 $\{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ 。本发明的具体步骤包括:

[0037] 步骤1、路径数目及层数计算。对于本发明所要可视化的目标网络结构,有且仅有一个入度为零的节点 v_0 ,为起始节点(即源节点),有且仅有一个出度为零的节点 v_n ,为目标节点。利用广度优先搜索方法(Breadth First Search),遍历所有节点和边,找出起始节点和目标节点间存在的所有的 k 条路径,记为集合 $P\{p_1, p_2, \dots, p_k\}$,并计算各路径所含节点数目,记为集合 $L\{l_1, l_2, \dots, l_k\}$,则第 i 条路径中的第 j 个节点记为 v_{ij} ,其中 $0 < i \leq k, 0 < j \leq l_i$ 。最长路径记为 p_{\max} ,其所含节点数目 l_{\max} 为将要生成的磁铁块的宽度计算参数。

[0038] 步骤2、路径展开及排序。从起始节点至目标节点深度遍历各路径,根据各路径节点数,将 k 条路径分别分层为 l_k 层,在各个层级展开所含节点,每个节点位于其中的一层,从上至下按照路径所含节点数目递增的顺序排列。以层级为单位,从 l_1 至 l_k 层遍历每个层级所有节点,若在不同路径的同一层级存在相同节点,则将这些路径重新排列为相邻路径。

[0039] 步骤3、磁铁块绘制及合并。该步骤的目的是根据网络的特点计算各磁铁块的形状参数,在画布上进行尽可能的均匀分布,并将公用节点的磁铁块进行合并。设图表画布宽度为 W ,高度为 H ,每个磁铁块的初始宽度为 W_0 ,初始高度为 H_0 ,其计算为:

$$[0040] \quad W_0 = W / l_{\max}$$

$$[0041] \quad H_0 = H / k$$

[0042] 设每个磁铁块的初始定位点为其矩形左上端点的坐标,如第 i 条路径中的第 q 个节点的定位点为 (x_{ij}, y_{ij}) ,其计算为:

$$[0043] \quad x_{ij} = W(q-1) / l_i$$

$$[0044] \quad y_{ij} = H_0(i-1)$$

[0045] 其中 $0 < i \leq k, 0 < j \leq l_i$ 。

[0046] 则对所有路径中的节点,可依次从其定位点出发向右和向下,按照初始宽度 W_0 和初始高度 H_0 绘制出初始矩形磁铁块图表。

[0047] 接下来是磁铁块合并的工作,存在两种情况。对于路径 p_i ,若该路径与其邻接路径没有相同节点,则其节点所对应的磁铁块矩形宽度由其对称中心向两端伸缩为 $W_i = W / l_i$;若该路径与其邻接路径具有相同节点,则这些相同节点所对应的磁铁块矩形宽度不变,高度由其邻接边延伸至其邻接路径的磁铁块,使这些相同节点共同一个磁铁块,其余节点所对应磁铁块宽度分别由其对称中心向两端等比例伸缩至与横向相邻磁铁块相接。

[0048] 步骤4、图表色彩映射。设网络中节点 v_{ij} 的入度为 $\text{deg}_{\text{in},ij}$,出度为 $\text{deg}_{\text{out},kj}$,则该节点的度中心性(Degree Centrality)为 $\text{deg}_{c,ij} = \text{deg}_{\text{in},ij} + \text{deg}_{\text{out},ij}$,对于图表中的所有节点,记其度中心性最大值为 $\text{deg}_{c,\max}$,其度中心性最小值为 $\text{deg}_{c,\min}$ 。若磁铁块由独立节点绘制,则其度中心性继承该节点的度中心性值;若磁铁块由节点合并而来,则其度中心性为合并节点度中心性值之和减去合并前出入度计算中相同节点的个数。

[0049] 利用HSB色彩模型对图标色彩进行映射,所有磁铁块的色调值和亮度值均相同,色

彩饱和度值S由其度中心性值确定,度中心性越大,色彩饱和度越高,如图2所示。图2是图表的可视化视觉通道示意图,在空间排布方面,具有直接连接信息的磁铁块就像现实世界中的磁铁块可以有序地堆叠在一起一样,其布局通过使用模块化美学与其他磁铁的连接来定义的,当一个节点在多个连接中共享时,磁体的形状可以变形为直角多边形,以降低视觉复杂性,如图中的子磁铁块5。在色彩饱和度方面,每个信息节点的度数映射到磁铁的颜色饱和度和,节点度数越高,颜色饱和度越高。如图中子磁铁块4和子磁铁块5的度数为3,其他磁铁的度数为2。

[0050] 设图表的色彩饱和度最小值和最大值为 S_{min} 、 S_{max} , $S_{max} \geq S_{min} \geq 0$ 。则节点 v_{ij} 所映射的色彩饱和度为:

$$S_{ij} = S_{min} + (deg_{c,ij} - deg_{c,min}) \frac{S_{max} - S_{min}}{deg_{c,max} - deg_{c,min}}, \quad (0 < i \leq k, \\ [0051] \quad 0 < j \leq l_i)。$$

[0052] 步骤5、图表交互方法。给不同磁铁块之间添加包围边距 (Padding),使其具有相同间距,方便用户识别和操作。为了在两个节点之间建立连接,用户需将画布上的源磁铁块移向不同的目标磁铁块以检测连接是否存在。如果连接的度数在一定的范围内,则可以建立连接。就像磁铁不同磁极之间的磁场线一样,画布上会形成一个视觉磁场,源磁铁块和目标磁铁块将相互吸附,如图3的(a)中的磁铁块1和磁铁块2。否则,将出现一个警告标志,表示不存在连接,并且会像磁铁的同极之间那样将磁铁排斥开,如图3的(a)中的磁铁块1和磁铁块3。建立连接后,磁铁块相互吸附,仅显示处于主要状态的源磁铁块和目标磁铁块。要获得详细的连接信息,用户可以将源磁铁块和目标磁铁块分开以显示详细信息。当拉动开始时,视觉磁场出现,磁感应线指示连接中的路径数量。随着用户不断拉动,路径的子节点出现形成完整图表,如图3的(b)。

[0053] 图4是本发明的一个应用实例,在维基百科中,“自动化”词条与“工业设计”词条网页间的引用链接关系示意图。本发明的一个可能应用场景是使用网页中的超链接作为连接来揭示互联网中不同网页之间的关系,如图4的示例展示了维基百科中“自动化”词条和“工业设计”词条网页之间的引用链接关系,其可视化的连接路径如下:

[0054] 1.Automation-Industry 4.0-Digital Modelling and Fabrication-Rapid Modelling-Industrial Design

[0055] 2.Automation-Multi-agent System-Human-based Genetic Algorithm-Human-computer Interaction-Donald Norman-Industrial Design

[0056] 3.Automation-Control Engineering-Interactive System Engineering-System Thinking-Design Thinking-Designer-Industrial Design

[0057] 4.Automation-Control Engineering-Interactive System Engineering-Usability-Hardware Interface Design-Interaction Design-Industrial Design

[0058] 5.Automation-Control Engineering-Interactive System Engineering-Usability-Interaction Design-Industrial Design

[0059] 6.Automation-Cognitive Computing-Usability-Hardware Interface Design-Interaction Design-Industrial Design

[0060] 7.Automation-Cognitive Computing-Usability-Hardware Interface Design-

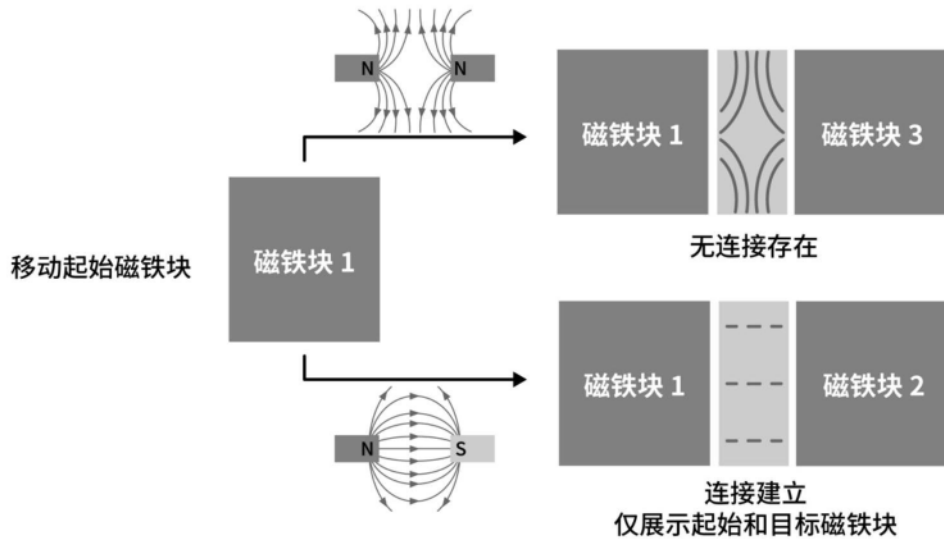
Interaction Design-Industrial Design

[0061] 8.Automation-Cognitive Computing-Usability-Interaction Design-Industrial Design。

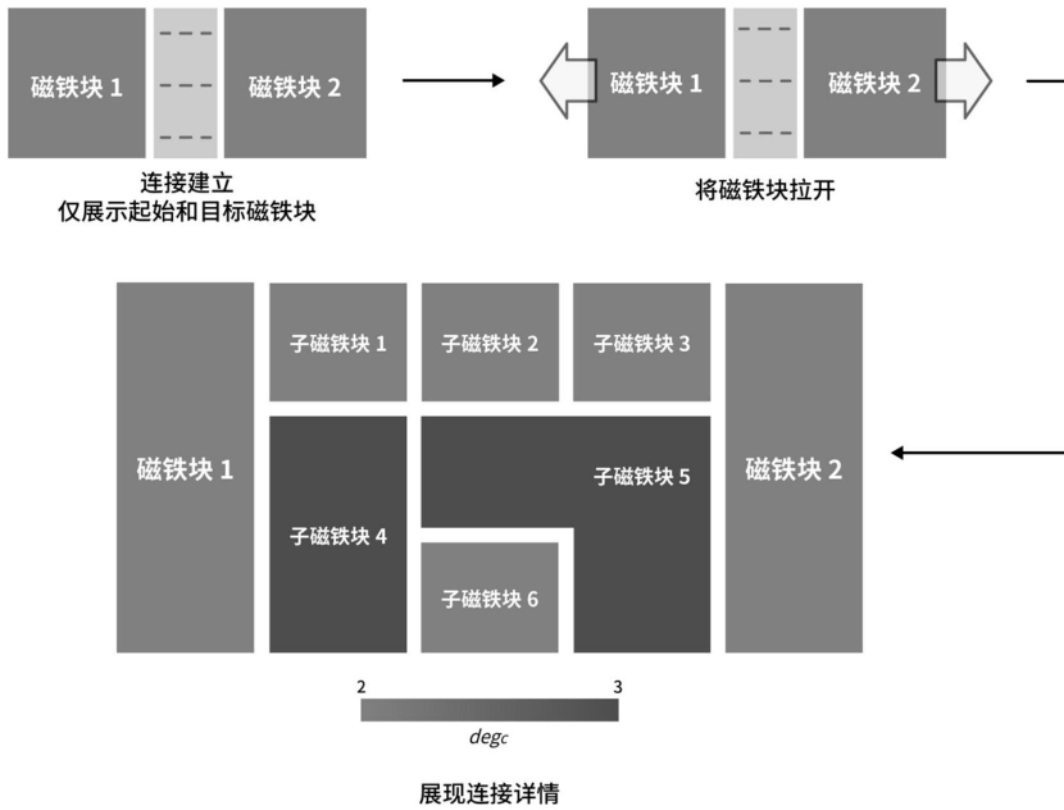
[0062] 以上对本申请实施例所提供的一种基于磁场模型的图网络交互可视化方法及装置,进行了详细介绍。以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

[0063] 还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的商品或者系统不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种商品或者系统所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的商品或者系统中还存在另外的相同要素。“大致”是指在可接收的误差范围内,本领域技术人员能够在一定误差范围内解决所述技术问题,基本达到所述技术效果。

[0064] 在本发明实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制本发明。在本发明实施例和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。本文中使用的术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本文中字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用全部或部分地以计算机程序产品的形式实现,所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载或执行所述计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本发明实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线(DSL)或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输)。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质,(例如,软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如,DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘 Solid State Disk (SSD))等。



(a)



(b)

图3

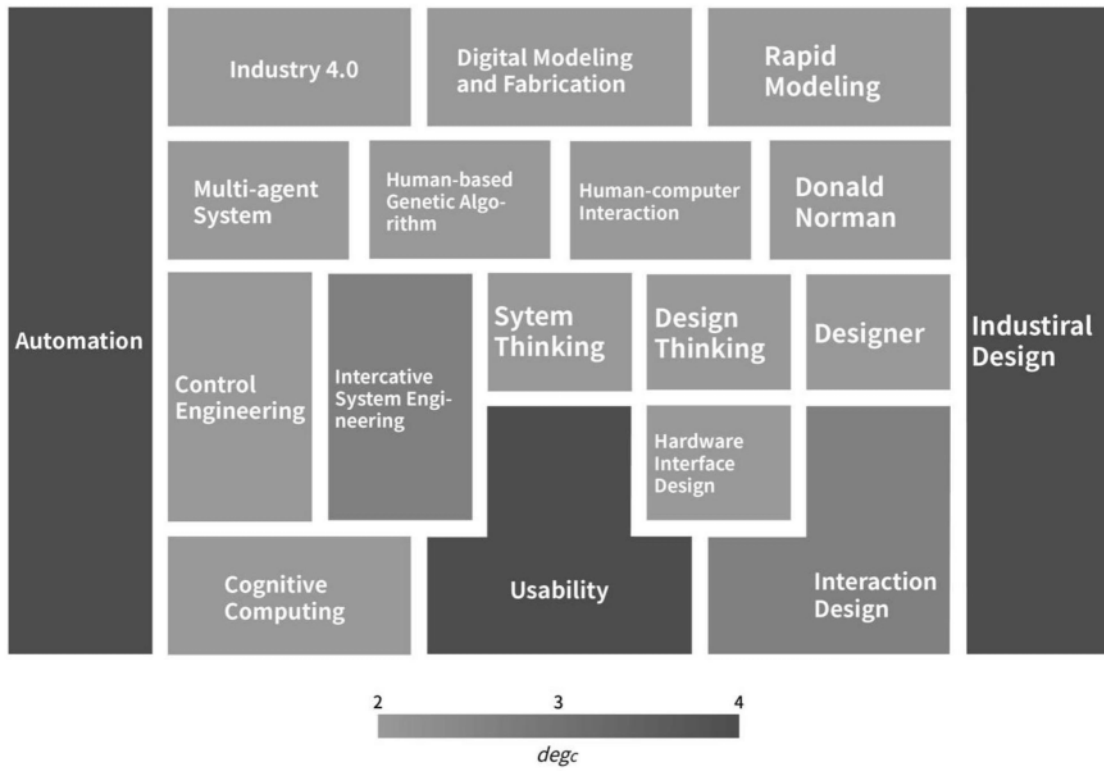


图4